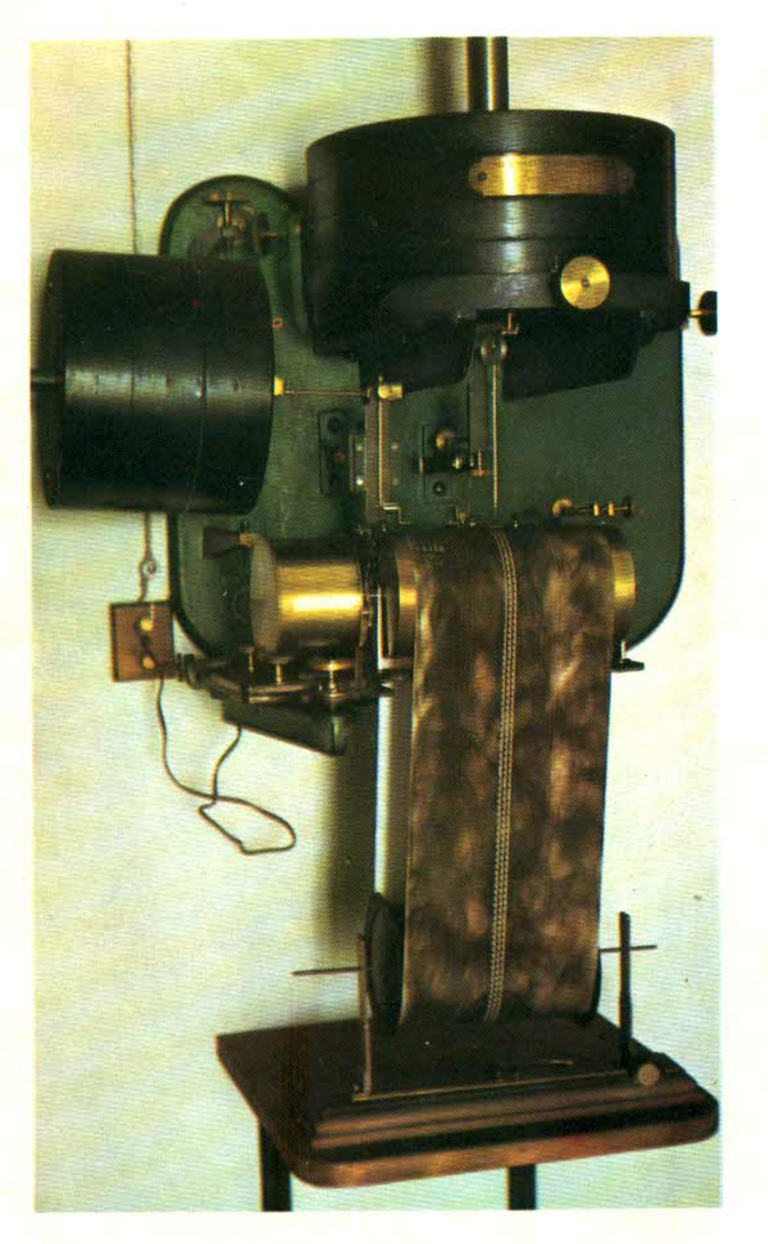


El volcán Fuji-Yama, en Japón, visto desde el lago Kawaguchi. Misteriosos en la antigüedad, hoy sabemos que los volcanes son tubos de escape por los que sale la masa en constante presión de debajo de la litosfera. La acumulación de materiales forma las montañas llamadas comúnmente volcanes.

Aparición de la vida en la Tierra

Hemos tratado de explicar en el capítulo anterior las teorías que prevalecen hoy acerca de la formación del globo terrestre; cómo éste, una vez arrancado, por decirlo así, de la nebulosa solar, fue creciendo por absorción de los cuerpos estelares, del polvo y los gases que encontraba en su camino; cómo se solidificó su núcleo por la presión y quedó una costra de escorias nadando en una capa intermedia viscosa o fluida, que según algunos perdura todavía y es la causa de los fenómenos volcánicos y terremotos. Pero aunque en este último punto distan mucho de estar de acuerdo los geólogos, ya hemos dicho que la Tierra se comporta como si fuera maciza y el famoso lago de fuego interior, la región infernal de roca fundida que creíamos llenaba por completo el centro del planeta, posiblemente no sea más que un sólido bloque de metal.



Microsismógrafo que se conserva en el observatorio Fabra, Barcelona. Aparatos como éste, muy modernizados, sirven para recoger las vibraciones de la corteza terrestre. Estudiando la transmisión de las ondas sonoras se puede saber la composición interna de la Tierra.

Las vibraciones de un terremoto, por ejemplo, llegan más de prisa cuando éste acontece en los antípodas que cuando el centro de la conmoción se encuentra en otro punto cercano de la esfera: hecho que parece probar que cuando la vibración viene a través del centro de la Tierra corre con velocidad mayor, porque es más densa, o sea *más sólida,* en el interior que en su costra de rocas de la superficie. Existen, además, otras razones para creer que el globo terrestre es sólido, sobre todo la manera como responde al fenómeno de las mareas o atracciones del Sol y de la Luna... Tal es la convicción que tienen algunos geólogos de las tres zonas concéntricas que forman el globo terrestre, que les han asignado nombres especiales para determinar cada una de ellas: al núcleo sólido central lo llaman *nife*, la zona intermedia en fusión es la *sima* y la costra terrestre solidificada es llamada *sial*.

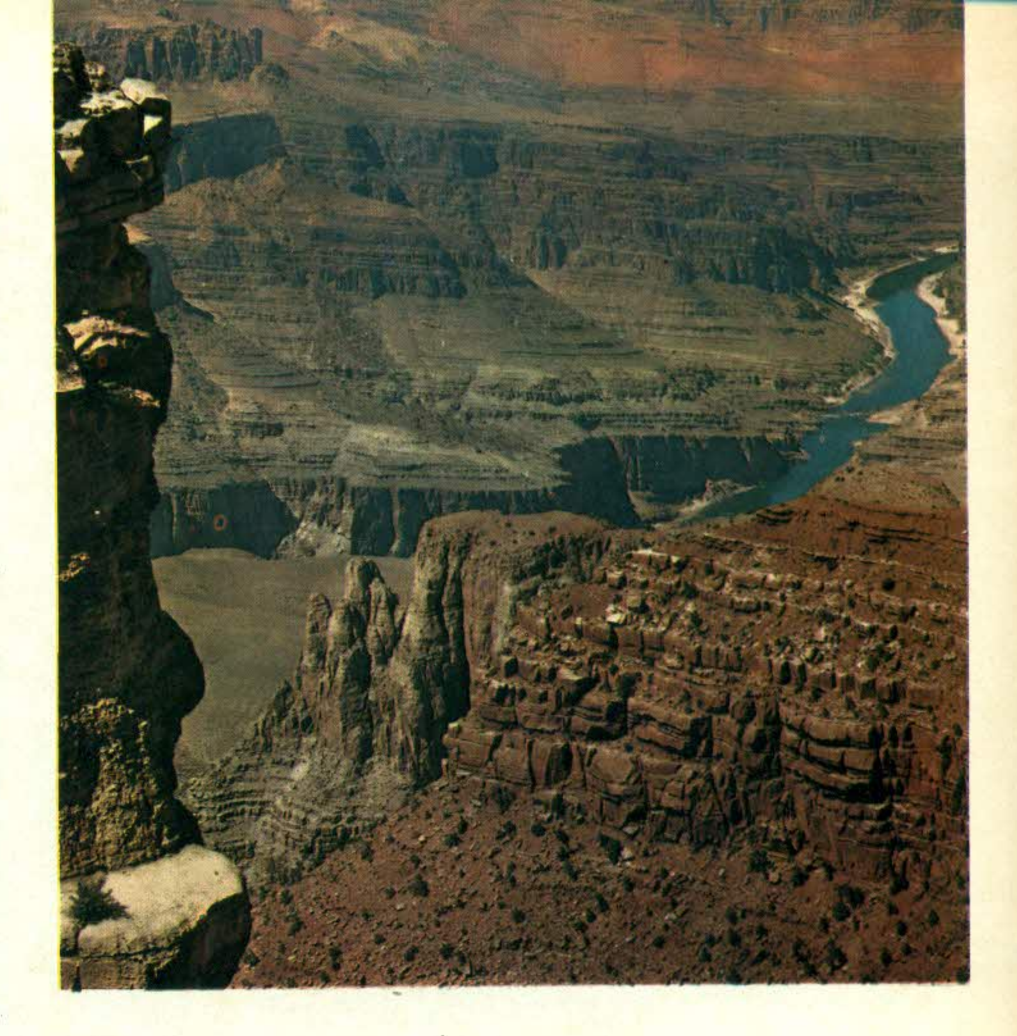
Está, pues, para muchos casi probado que el núcleo central del globo terrestre es sólido, y aunque el continuado aumento de la temperatura a medida que se ahonda un pozo o se excava un túnel indica que el centro de la Tierra, siguiendo la progresión, debería estar a más de 200.000 grados de calor, por otra parte, la presión enorme impediría la fusión.

La historia de la Tierra desde que era una acumulación de materia gaseosa hasta que tomó forma esférica condensada sólo se puede explicar por conjeturas. En un principio, como parte disgregada de la nebulosa, debía de ser una masa de vapores casi homogénea. Con el tiempo, los componentes se asociaron y formaron materiales sólidos

PERIODOS CLIMATICOS DE LA ERA CUATERNARIA EN EUROPA Y AFRICA

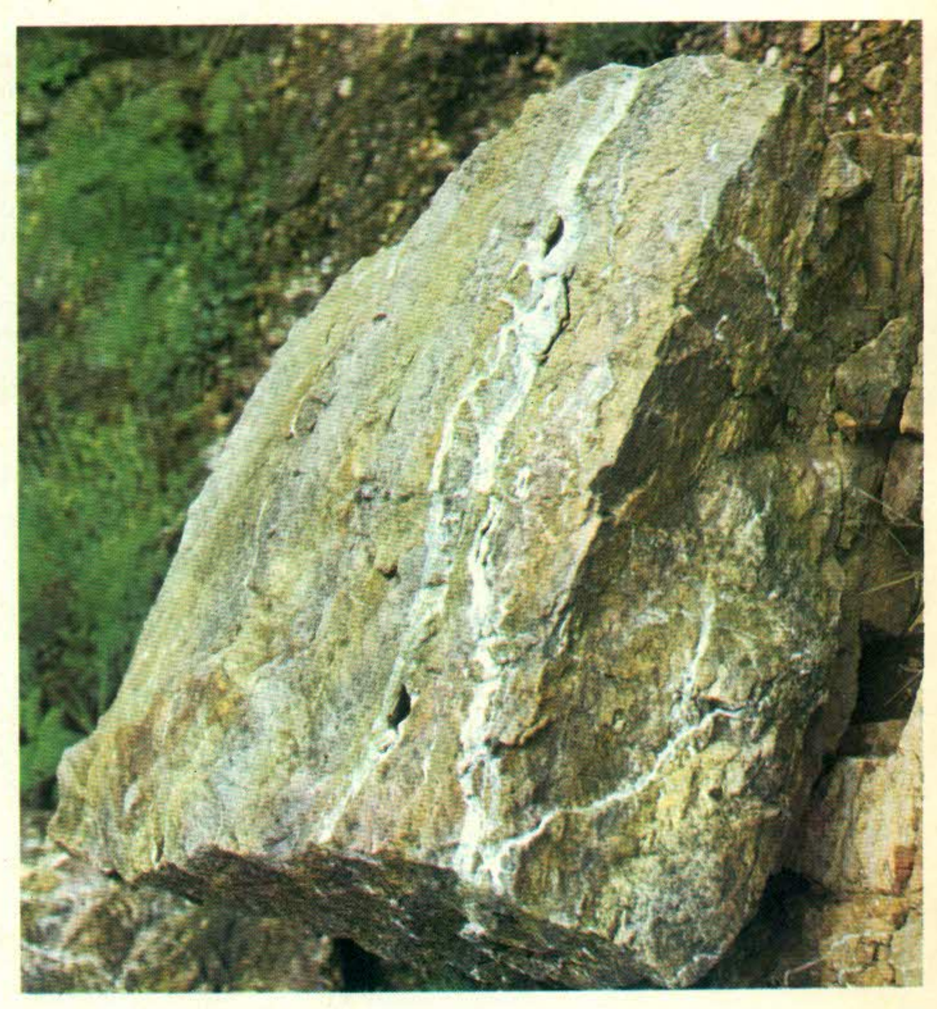
ERAS	PERIODOS GEOLOGICOS		PERIODOS CLIMATICOS	ALPES	NORTE DE EUROPA	AFRICA
TERCIARIA	PLIOCENO					
CUATERNARIA	PLEISTOCENO	INFERIOR	Gunziense	1.ª glaciación (Günz) I II		1.° pluvial
			Günz-Mindel	1.° interglaciar		1.° interpluvial
			Mindeliense	2.ª glaciación (Mindel) I II	Elster	2.° pluvial
		MEDIO	Mindel-Riss	2.° interglaciar		2.° interpluvial
			Rissiense	3.ª Glaciación (Riss) I II	Saale	3.° pluvial
		SUPERIOR	Riss-Würm	3.° interglaciar		3.° interpluvial
			Wurmiense	4.ª glaciación (Würm) I II III	Warthe Vístula Pomerania	4.° pluvial
	HOLOCENO		Período postglaciar			Aridez

Vista del Gran Cañón del Colorado, en Arizona, Estados Unidos. La erosión ha puesto al descubierto en este paisaje numerosas capas de rocas que, sin embargo, no son sino una parte de la corteza terrestre. Esta, a su vez, tiene un espesor insignificante en comparación con el radio de la Tierra.

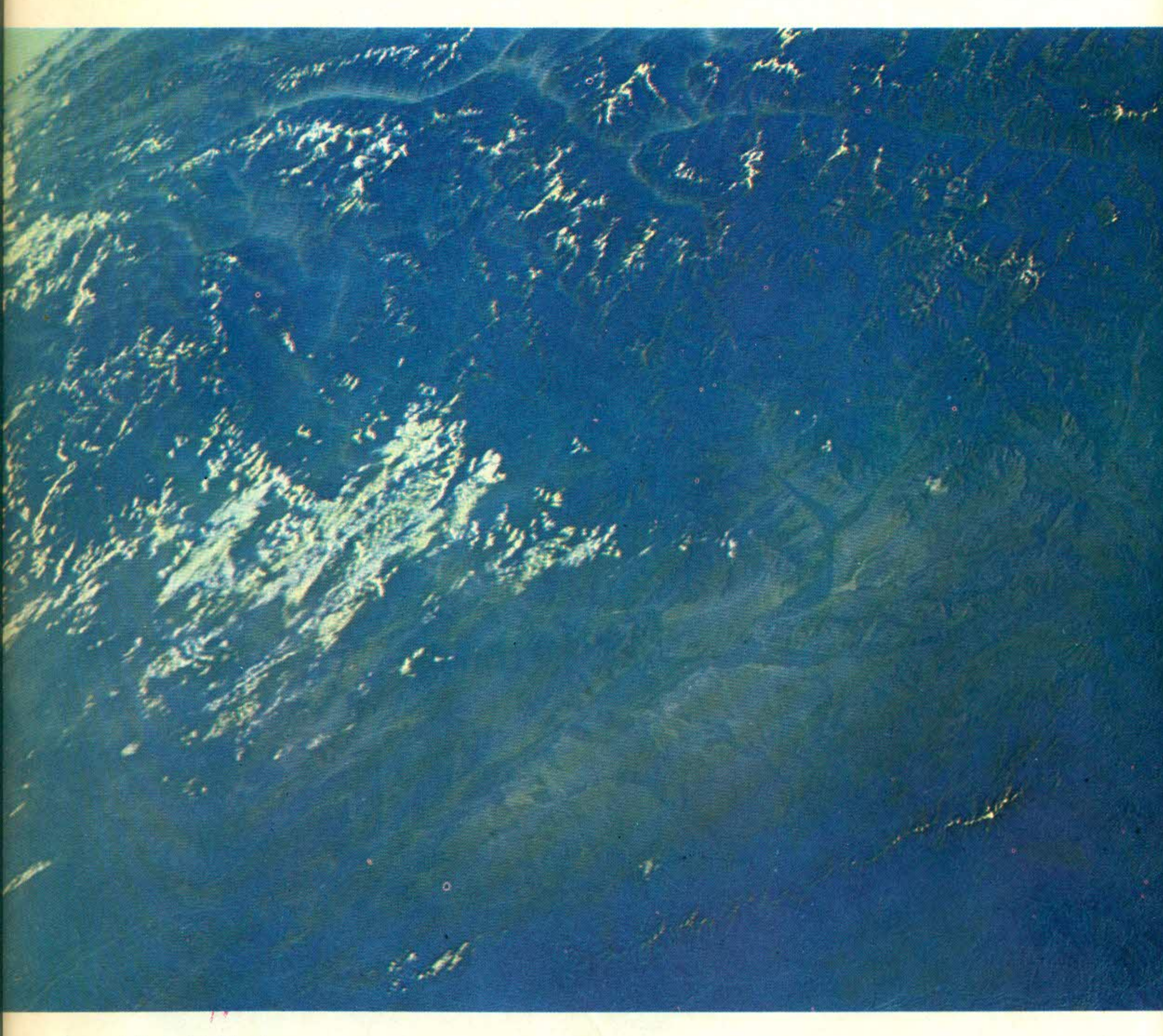


y líquidos. Los más livianos flotaron sobre los cuerpos más pesados. Para esta solidificación fue necesario que la masa se enfriara. De otro modo, la materia hubiera quedado en estado gaseoso. Después intervinieron reacciones químicas de gran importancia que formaron sobre la primera costra terrestre un baño salino en el que dominaban los cloruros, bromuros y yoduros, los sulfatos de cal y de magnesio. Se conjetura que esta capa de rocas cristalinas tendría un color predominante blanco, con manchas verdes, vetas rojas o grises por los filones de hierro, cobre o manganeso. La atmósfera por mucho tiempo debió de quedar inflamada, pero la alta temperatura producía la combinación del oxígeno e hidrógeno y el agua hirviendo se evaporaba en seguida para caer otra vez en lluvias torrenciales.

Hasta hace poco disponíamos sólo de los conceptos que nos daba la mecánica para explicar la forma que fue adquiriendo la Tierra, o sea de presiones, reacciones, atracciones, esto es, las fuerzas químicas y el calor que se producían al combinarse los cuerpos; pero últimamente la teoría de la radiactividad ha abierto la puerta para imaginar fenómenos de valores gigantescos. Los fenómenos de radiactividad que pueden producirse con las presiones y el calor son aún hoy un problema; como lo es el modo como pudo contribuir la radiactividad a dar al astro que habitamos su forma actual. Pero en los nuevos tratados de geología se atribuyen a la radiactividad la mayoría de los fenómenos que han contribuido y contribuyen todavía a cambiar la forma de nuestra Tierra.



Roca metamórfica compuesta de caliza y vetas de calcita, hallada en Céret, Francia. Estas rocas, abundantes en la corteza terrestre, han cambiado su constitución original por efecto de elevadas temperaturas o fuertes presiones.



La cordillera del Himalaya, el mayor plegamiento de la Tierra, vista desde una cápsula tripulada. La Tierra siempre ha tenido y sigue teniendo un movimiento interno. La aparición de las grandes cordilleras no es patente a la observación humana porque sucede a lo largo de muchos miles de años.

Fijémonos, por de pronto, en el levantamiento de las montañas y la formación de los continentes. Antes se explicaba la existencia de las rocas ígneas en las cumbres de las cordilleras por fenómenos puramente volcánicos; el granito y las otras rocas no sedimentarias habían sido proyectados como lavas líquidas que se abrieron paso a través de grietas colosales de la costra primitiva.

Hoy se cree más bien que el levantamiento de las partes altas del globo ocurrió por compresión lateral, a la manera que una alfombra se arruga empujándola por sus extremos. Y estas compresiones enormes serían consecuencia de fenómenos de radiactividad que se desarrollarían en el núcleo central, naturalmente sólido. Así, repitiendo algunos de los conceptos ya expuestos, la historia del mundo, desde sus principios hasta que tomó la forma y aspecto que tiene ahora, podría hacerse en pocas palabras como sigue:

El núcleo primitivo, mucho menor que la esfera actual, sólido o viscoso, fue creciendo por absorción de materia, hasta que llegó un día que tuvo bastante masa para retener su atmósfera. La costra se enfrió y entonces, con las primeras lluvias diluviales, se formaron grandes charcos o lagunas que cubrían casi toda la superficie de la Tierra. Poco a

poco las rocas más pesadas se hundieron, acumulándose las aguas en los océanos primitivos, mientras que, para restablecer el equilibrio, se levantaron los continentes y surgieron las cordilleras, como repliegues y arrugas de la corteza exterior. La costra sial o *litosfera,* cuyo espesor no pasa de ciento cincuenta kilómetros, dista mucho de ser compacta y homogénea, y mucho menos aún lo era en los primeros días del planeta. Por las grietas de la costra fueron empujándose también hacia fuera masas pastosas que se habían reblandecido por fenómenos de radiactividad; todavía hoy, en menor escala, los volcanes y terremotos sacuden y perforan esta corteza que pisamos.

El primer período de formación de la corteza terrestre, que se suele llamar período geológico, debió de durar millones de años. Tratar de fijar su duración con exactitud cronológica es imposible, pero debió de ser un período larguísimo, puesto que las rocas ígneas muestran a veces señales de haber sido elaboradas varias veces, fundidas y resquebrajadas y vueltas a plasmar con nuevas margas y escorias que las envuelven.

Hoy se intenta establecer la edad de las rocas más primitivas con un método muy ingenioso, basado en un fenómeno de radiactividad. Se sabe que el uranio se transforma en plomo emitiendo átomos de helio. La transmutación se verifica muy lentamente, pero de una manera constante y regular. Si una roca tiene uranio y además plomo producto de la descomposición, por las cantidades de plomo y uranio se puede calcular la edad de la roca. Por ejemplo, una roca de pegmatita de Manitoba, en Canadá, que es la que hasta ahora hemos considerado la más antigua del mundo por el análisis de

LAS VARIACIONES CLIMATICAS EN EPOCA HISTORICA

Años	Regiones circunárticas	Europa Occidental	Asia Central	Africa
2.200	Fase cálida: retirada de los hielos.	Transgresión del Flandriense medio. Invasión de las hachas de combate.		Clima húmedo y fresco.
1.800			Aridez: emigración de los escitas.	Progresión de la aridez.
1.700			Clima húmedo y fresco.	Caballo doméstico.
1.000	Fase fría: avance de los hielos.			Nakuriense.
600			Aridez: migraciones sármatas.	Aridez en el Sáhara.
0		Regresión galo-romana.		Aridez: introducción del dromedario.
300		Transgresión dunkerquiana (aislamiento del Monte Saint-Michel).	Invasiones hunas.	Humedad: Imperio mandinga.
680			Aridez y calor.	Aridez: Invasión árabe.
800		Regresión.	Clima húmedo y fresco.	
1.000	Período cálido: retirada de los hielos; Erik el Rojo.			
1.200	Período frío: avance de los hielos.		Aridez (Marco Polo).	
1.300			Clima fresco y húmedo.	Período húmedo.
1.500	Período cálido.	Dunas litorales. Transgresión.		
1.750	Avance de los hielos.			
1.870	Período cálido: retirada de los hielos.	Retirada de los hielos alpinos. Transgresión.	Aridez.	Aridez creciente.



El volcán Taal, en las islas Filipinas, presenta fumarolas en el interior de un lago que, a su vez, ocupa la parte superior de un cono volcánico. Los volcanes y terremotos son los testimonios más claros de la continua movilidad de la Tierra.

la proporción de uranio y plomo, resulta tener una antigüedad de 1.750 millones de años. Con este solo dato ya sabemos que ha habido sial, o costra sólida en la Tierra, por lo menos durante dos mil millones de años.

Tan remotas edades inducen a sospechar si estos cálculos de geología física no serán fantásticamente aventurados. Pero la superposición de rocas que representa una serie ascendente de terrenos confirma que los más antiguos son los que tienen más plomo y menos uranio aún sin descomponer.

No es posible que en el período geológico apareciera la vida en la Tierra. Ni la temperatura era favorable ni la atmósfera, cargada de vapores de bióxido de carbono, lo hubiera permitido todavía. Pero pronto la atmósfera fue haciéndose más semejante a la atmósfera actual, los rayos del Sol pudieron atravesar por fin la cortina de vapores que cubría la Tierra y doraron sus agujas de granito. Los fenómenos de erosión debían de ser mucho más poderosos que ahora. Las tempestades serían de terribles efectos en aquellas rocas saturadas de gases, y pronto aparecieron en los valles los nuevos terrenos, formados con el polvo de las rocas primitivas.

La característica de estos terrenos, llamados de aluvión, es que, con más o menos regularidad, están extendidos en capas paralelas, que en un principio, siendo depósitos sedimentarios, debían de ser naturalmente horizontales. Muchos de estos nuevos terrenos han sido levantados y, por consiguiente, la horizontalidad ha desaparecido; otros han sido comprimidos en sentido lateral y se han plegado en ángulo o doblado como un libro, pero a pesar de ello se conserva su estructura esencialmente hojosa.

Cráter del volcán Santa Margarita en la comarca de Olot, Gerona. Quizás algunos centenares de años atrás este cráter no ofrecía el bello paisaje de hoy, sino otro más pelado, similar al del volcán Taal de la foto anterior.



La formación de los terrenos sedimentarios exigió también gran número de años: como mera indicación diremos que se ha fijado en cien años el tiempo que se necesita para formar un sedimento de mármol de quince centímetros de espesor; si se calculan los millares de capas de terrenos calcáreos que a veces se encuentran superpuestas, podremos tener una idea del tiempo que se necesitaría para formar una sola clase de roca. Claro es que las fuerzas geológicas hoy están como amortiguadas, y que unas rocas se desintegraron con mayor rapidez que otras. Pero hay un dato que ha llamado poderosamente la atención, y éste es la cantidad de sal que se encuentra diluida en los mares. Toda ella proviene de sales solubles que se hallaban en las rocas primitivas y que poco a poco se han acumulado en el mar. Ahora bien, aunque el tanto por ciento de



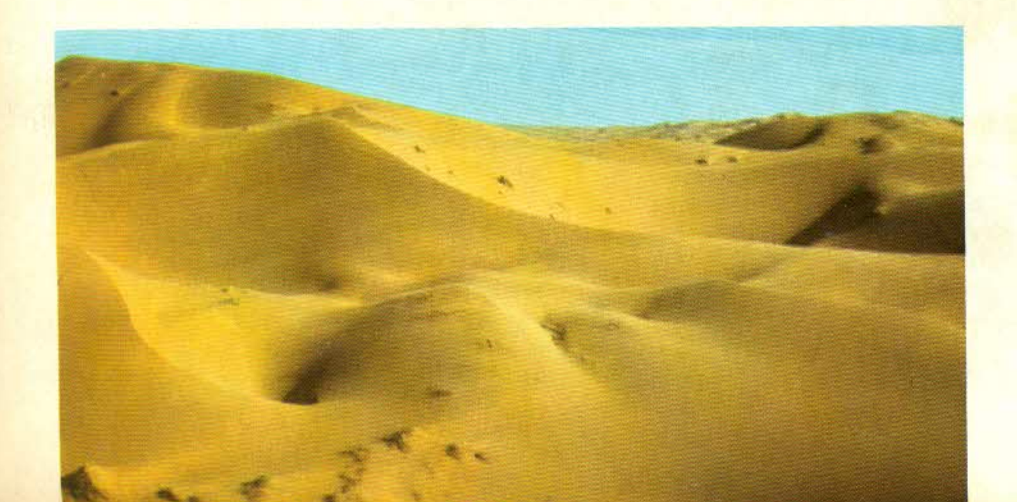
Valle glaciar de Thures, en los Alpes cocios, Piamonte. La erosión de los glaciares forma valles característicos por su forma en letra U.

Paisaje de Makú, en el Irán. Cuando un agente erosivo descarna la tierra, se ponen de manifiesto las capas geológicas y profundizando en ellas nos remontamos en el tiempo. La historia de la corteza terrestre y la de la vida pueden estudiarse en cualquier corte estratigráfico.

VARIACIONES CLIMATICAS Y GEOGRAFICAS DEL HOLOCENO

Aproximadamente, años antes de Cristo	Datos climáticos y paleogeográficos	Acontecimientos humanos
22.000		Migraciones humanas hacia América del Norte, Java y Australia.
20.000	Tundra en Europa Central.	Hombre de Predmost. Lascaux (21.000 a 17.000).
16.000	Extensión máxima de los hielos.	Willendorf, Solutré.
15.000	Insolación mínima, clima glacial.	Altamira; hombre de Chancelade.
14.000	Recalentamiento general. Clima subártico.	Hombres de Cro-Magnon y Grimaldi.
13.800	Comienzo de las varvas glaciares. Retirada del inlandsis de Alemania y Dinamarca.	
12.000		
	Clima glacial en Europa. Extensión de los hielos en Alemania del Norte y Pomerania.	
10.000		
	Principio del lago glacial báltico y de los grandes lagos americanos. Transgresión. Oscilación cálida de Allerod.	Aziliense, Tardenoisiense, Swideriense. Migraciones de renos y de lapones. Migraciones hacia América. Beneficio del bosque balcánico en Europa.
9.000		
	En Alemania: tundra en el Norte y bosque en el Sur. Extensión de los hielos.	
8.000	Fusión del casquete glaciar escandinavo.	
7.000	Transgresión: formación del canal de la Mancha; desbordamiento del lago báltico,	
6.900	que se transforma en mar de Yoldia.	
6.839	El lago de Ancylus remplaza al mar de Yoldia. Sumersión del Gran Belt.	Varva O; cultura de Fosna. Maglemoisiense. Perro doméstico en Escandinavia. El hombre llega a Patagonia.
6.000		
5.300	El mar de Littorinas remplaza al lago de Ancylus. Clima boreal cálido y seco. Bosques.	Kjokkenmoddings (Erteboll).
5.000	Optimo climático, insolación máxima.	Primer conocimiento de los metales.
	Máximo de la transgresión flandriense.	
4.500		Primeras grandes ciudades de Mesopotamia.
	Clima atlántico cálido y húmedo.	Migraciones del África hacia Europa.
2.500	Clima cálido y seco.	
2.400	El Báltico remplaza al mar de Littorinas; ligera regresión (2 metros).	

El desierto del Sáhara, al sur de Argelia. Los desiertos son los lugares de la Tierra que reúnen menos condiciones para el desarrollo de la vida.



sal que hay en los mares es todavía pequeño (el tres y medio de sal por ciento de agua), así y todo indica un gran trabajo de destrucción de rocas ígneas o primitivas; la sal que contiene el mar viene a decirnos que, para extraerla de los continentes y cordilleras, tuvieron que lavarse capas de terreno de más de dos kilómetros de espesor.

¿Y cuánto tiempo debió de necesitarse para ello? Difícil es calcularlo porque desconocemos la potencia de los fenómenos primitivos, pero al paso que se destruyen



Característico desierto jordano sembrado de rocas de lava. Donde las condiciones climáticas no favorecen la vida, la tierra se convierte en un medio hostil, para cuya transformación es necesaria la mano laboriosa del hombre.

hoy las rocas y se lavan y arrastran sus residuos, para arrancar y lavar una capa de dos kilómetros de espesor se necesitarían cien millones de años. Los terrenos pierden más o menos según su dureza, pero por término medio se ha calculado que las tierras de los Estados Unidos pierden una pulgada cada 760 años. Y así y todo, esta pulgada representa 783 millones de toneladas de tierras que cada año los ríos de los Estados Unidos aportan al océano y de las que sólo una menor parte son sales solubles. Durante este largo período de desintegración de las rocas primitivas y formación de los terrenos aluviales, la Tierra cambió varias veces de aspecto exterior; la distribución de océanos y continentes varió por lo menos seis veces, y varió también el clima, pasando el globo terráqueo al menos por cuatro épocas de enfriamiento, durante las cuales la Tierra se cubrió de ventisqueros y de casquetes sólidos de hielo. Los cambios de clima registrados en la Tierra, pasando por períodos glaciales y tropicales, se explican en los tiem-

EL ORIGEN DE LA VIDA

Si en el calendario de la creación, remontarnos a la aparición del hombre es escalar unas pocas fechas que no pasan el millón de años, la hora cero en el reloj de la vida se estaba ya marcando hace más de dos billones de años, a juzgar por las bacterias fósiles halladas en las rocas sedimentarias de Canadá y Sudáfrica, vanguardia microscópica en el desfile de la vida. La naranja del mundo giraba incansable hacía dos billones y medio de años sin sentir en su corteza el menor estremecimiento de vida. Sin embargo, las condiciones fisicoquímicas de la periferia terrestre preparaban el entramado de la sustancia viva cuyo latido no se haría esperar: era la evolución química prebiológica.

Lo que durante mucho tiempo pareció pura hipótesis, va recibiendo el visto bueno de la justificación a partir de las experiencias realizadas por Miller en 1953. Una mezcla de metano, amoníaco e hidrógeno, en presencia de vapor de agua y sometidos a reiteradas descargas eléctricas, al cabo de una semana producen algunos de los constituyentes esenciales de la materia viva y en especial aminoácidos. La experiencia repite una posible circunstancia de la atmósfera primitiva en la que también pudieron formarse tales aminoácidos.

Posteriormente, centenares de experiencias en las que se intenta reconstruir las condiciones de la tierra en la previda vienen a probar que, en ausencia de todo experimentador, tales moléculas biológicas pudieron formarse hace billones de años, espontáneamente.

Un camino obligatorio de evolución química prebiológica en la periferia terrestre tuvo que ser la síntesis de proteínas. El esquema químico evolutivo sería el de cualquier molécula sintetizada: un sustrato inicial, un aporte de energía –rayos solares, tormentas, volcanes, radiaciones– y un producto orgánico resultante.

La aparición prebiológica de los constituyentes químicos del futuro viviente determina el acúmulo de productos orgánicos en lagos de poco fondo, formando la llamada "sopa primitiva" de Oparin o los "proteinoides" de Fox, que en las cercanías de los volcanes adquieren una creciente complejidad. Moléculas que aumentan de tamaño, que proliferan y se autocatalizan, que conducen energía y se aíslan del agua, logrando una cierta estabilidad dinámica. Macromoléculas privilegiadas que se aglomeran en una unidad superior: los "coacervados" de Oparin o los "glóbulos proteicos" de Fox. Tales microgotas tienen apariencia de células, pero sin vida. Sustancias orgánicas de la sopa primitiva atraviesan su membrana; a su través hay intercambios químicos, selección de sustancias, difusión y ósmosis: es el balbuceo de los primeros heterótrofos. En el interior de la microgota se acumulan selectivamente sustancias reaccionantes, salen al exterior algunos de los productos resultantes, se libera energía, en una palabra, y se insinúa un esbozo de metabolismo. Por selección de los procesos base se asegura la pervivencia del eobionte convertido en un verdadero sistema abierto. La termodinámica de los sistemas abiertos y alguna de sus formulaciones, como la de Glansdorff-Prigogine, es hoy una disciplina que obliga a revisar propiedades que se creían privativas del viviente.

Tales propiedades catalíticas, calificadas de seudobiológicas, se asientan en los grupos funcionales contenidos en el coacervado, al que capacitan para efectuar transformaciones de relativa especificidad y orientación, alcanzando con ello los umbrales de un verdadero metabolismo rudimentario. Los compuestos polifosforados son en buena parte responsables de las síntesis que en el interior del coacervado se llevan a cabo.

Las reservas energéticas acumuladas en los océanos primitivos mediante las síntesis orgánicas espontáneas que se comentan resultan insuficientes y se producen con lentitud. En tales condiciones sólo los organismos capaces de autotrofismo, captando los fotones del Sol, serán capaces de pervivir.

La ausencia en la atmósfera primitiva de oxígeno y nitrógeno y prácticamente de anhídrido carbónico exigiría en las formas de vida arcaicas un metabolismo del todo anaeróbico. Pero tal vida fermentativa acabaría pronto con las reservas orgánicas acumuladas en los océanos primitivos, producidas con lentitud y en cantidad insuficiente. Sólo podrían sobrevivir los organismos fotosintéticos que lograran captar los fotones del Sol. Las condiciones de un medio anaerobio y reductor desprovisto de anhídrido carbónico imponía una fotosíntesis al margen del oxígeno y del CO_2, semejante a la de las bacterias fotosintéticas actuales.

Los saltarines electrones de las porfirinas, cuya molécula evolucionaba selectivamente hacia formas excitables con un átomo de magnesio en su centro, iban a proclamar cómo una molécula coloreada de verde sirve al mundo viviente en bandeja toda la energía que nos llega del Sol. Con el tiempo, la atmósfera se cargaría de CO_2, desprendido de las fermentaciones de la "sopa primitiva"; mientras, por otro lado, o bien formas de bacterias capaces de usar el agua como fuente de hidrógeno para reducir el CO_2, o bien algas verdes, posibles descendientes de aquéllas, iniciaron la fotólisis del agua con desprendimiento de oxígeno. Este se acumuló en la atmósfera, se formó el ozono en las altas capas, que hizo de filtro antibiótico para los rayos de onda corta, y se hizo posible la vida aerobia: el mundo empezó a respirar; la vida nacida en el mar colonizó la tierra y los aires. Como la escafandra al buzo, la funda de queratina permitió al animal pasar del agua al aire llevando bajo su piel como pecera ambulante el medio interno.

El observador que, bordeando los mares primitivos hace cuatro billones de años, siguiera el rastro de la evolución prebiológica en las primeras macromoléculas neoformadas y pudiera seguir, a través de millares de siglos, la pulsación multiforme y explosiva de la vida invadiendo todos los reductos del planeta e improvisando en cada situación mil estilos de vida hasta desembocar en el psiquismo humano, tomaría conciencia de que la vida y la evolución tienen un sentido, y que no es puro azar. Sería la suya una visión científica y cristiana de la vida.

J. B.

pos prehistóricos por un movimiento de todo el sistema solar dentro del conjunto de estrellas que componen una galaxia. El Sol y los planetas se mueven en la dirección de la estrella Cefeo a la notable velocidad de 275 kilómetros por segundo. Puede muy bien calcularse que su movimiento dentro de la galaxia tendría una duración de millones de años, pero es presumible que al pasar por las proximidades de grandes astros la temperatura terrestre subiría hasta producir épocas de gran calor e iría descendiendo conforme se alejase de las grandes estrellas.

Mientras obraban así los astros vecinos, los fenómenos atmosféricos, la temperatura, la humedad y hasta la presión del hielo

sobre las rocas primitivas, y éstas se rompían y pulverizaban, otras se resistían a disgregarse y quedaban formando colinas aisladas, o torres graníticas, y aun rocas solitarias de formas caprichosas. Estas son las peñas magníficas que admiramos como maravillas terrestres. En lo más alto de las cordilleras, donde la erosión ha deshecho valles enteros, se destaca a veces un picacho agudo que se resistió a quebrarse. A veces, los elementos no han sido capaces de atacar a un peñasco aislado, cuando todo lo demás a su alrededor se ha dejado arrastrar por el agua de las lluvias. A menudo, sierras magníficas se han recortado en siluetas fantásticas por la acción de los vientos y tempestades, sin más aparente ley que su capricho. Otras veces un nódulo resistente se ha quedado solo, disgregado de la masa que lo envolvía, y cuelga sobre el abismo, bamboleándose siglos y siglos, hasta que un día cae al llano. Así, por las acciones cósmicas, geológicas y atmosféricas, la Tierra ha recibido no sólo su existencia, sino también gran parte de su belleza. Pero un nuevo elemento aparece bien pronto, y es el que va a cubrirla de su decoración más espléndida; este elemento es la vida.

La vida es la organización de la materia con facultad para transformarse y reproducirse a sí misma, es decir, para crecer, multiplicarse y morir. ¡Qué insondable arcano, qué terrible misterio! ¡Y cuán lejos estamos aún de hallar su completa explicación!



Los problemas que por de pronto se presentan como fundamentales acerca del fenómeno de la vida en la Tierra son tres.

Primeramente: ¿Qué es la vida?

Segundo: ¿Cuándo empezó la vida?

Tercero: ¿Cómo empezó? ¿De qué manera?...

Roca de los Meteoros, en Grecia. A veces, los agentes de erosión externa se sienten impotentes ante una mole rocosa que, con el paso del tiempo, queda erguida sobre su entorno rebajado.

LA DURACION DE LAS ERAS Y PERIODOS GEOLOGICOS SEGUN LOS PROCEDIMIENTOS DE DATACION DEL CARBONO 14

ERAS	PERIODOS	DURACION (en millones de años)
ERA ARCAICA		1.750
ERA PRIMARIA	Cámbrico	510
	Ordovicense	430
	Silúrico	350
	Devónico	318
	Carbonífero	275
	Pérmico	220
ERA SECUNDARIA	Triásico	196
	Jurásico	167
	Cretácico	140
ERA TERCIARIA	Eoceno	68
	Oligoceno	47
	Mioceno	32
	Plioceno	15
ERA CUATERNARIA	Pleistoceno	1
	Holoceno	25.000 años

Vamos a tratar de repetir la explicación de la ciencia moderna acerca de estos tres problemas, aunque reconozcamos que sus soluciones distan todavía mucho de ser satisfactorias.

Los más rudimentarios de los cuerpos vivos, aun los puramente celulares, tienen la propiedad de absorber la materia con que están en contacto y transformarla en otra materia viva, semejante a la suya, esto es, de crecer. Además, se subdividen, produciendo así organismos análogos a los suyos, esto es, se reproducen. Aristóteles definió la vida como "el conjunto de operaciones de nutrición, crecimiento y destrucción". No quiso reconocer la generación, o reproducción, como un fenómeno esencial de los seres vivos.

Ahora bien, si se examina al microscopio uno de estos organismos celulares, se observa que, dentro de una especie de cápsula, hay un fluido espeso, granular, como espumoso, que llamamos protoplasma y es la materia en que se incorpora la vida. Analizado químicamente el protoplasma, no revela ningún elemento que sea exclusivo de



La llamada "Pietra lunga", entre la isla de Lípari y la de Vulcano (islas Eolias, Sicilia), es un ejemplo de resistencia a la demoledora erosión marina.

la materia viva: contiene carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, sodio, calcio, etc. Pero la estructura molecular en que están combinados estos cuerpos simples ya es especial del protoplasma. Las moléculas del protoplasma tienen diversas estructuras para cada clase de células; sin embargo, son predominantes las moléculas de una sustancia llamada *proteína,* que parece ser la que, por voluntad de Dios, encierra el secreto de la vida.

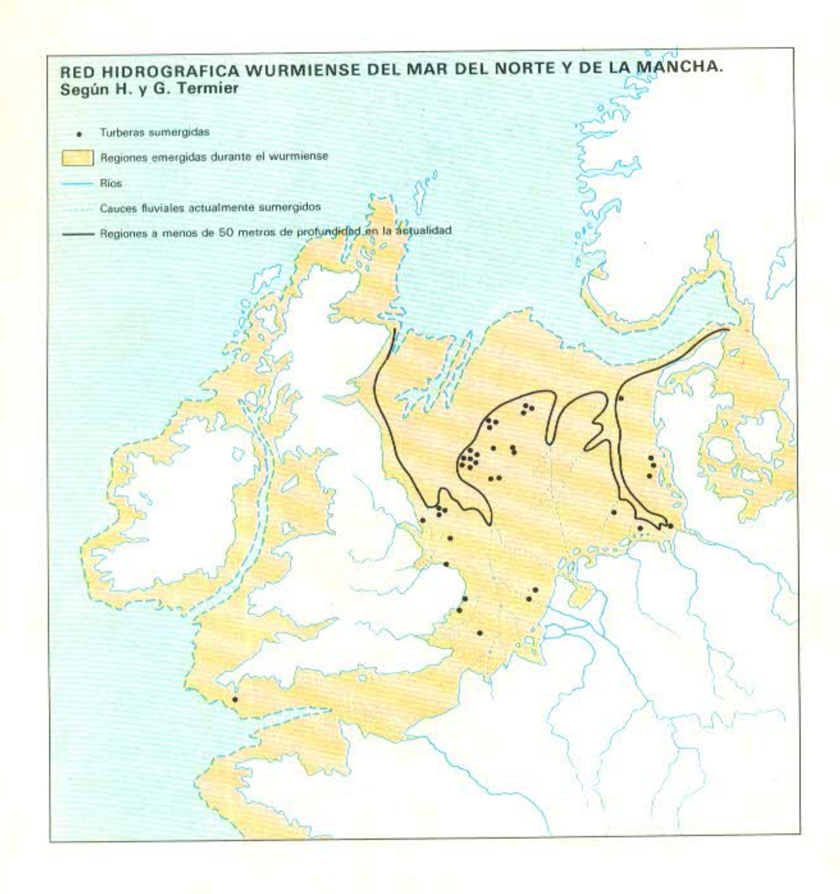
De aquí no se ha pasado. Sabemos que la vida empieza en la célula; que la célula está llena de protoplasma; que el protoplasma, ya vivo, está compuesto de cuerpos químicos, llamados proteínas, que pueden cualquier día fabricarse artificialmente en un laboratorio... Pero las proteínas reciben la facultad de vivir dentro del protoplasma, y esto sólo se consigue hoy por hoy mediante otras proteínas ya vivas, otro protoplasma. En una palabra, sólo la vida engendra la vida.

He aquí el resultado a que se ha llegado después de siglos de experiencia. Parece poca cosa, pero si se tienen en cuenta las vicisitudes experimentadas para conseguir esta simple verdad, resulta una conquista preciosa. Los antiguos griegos creyeron que la vida era un fermento de la Tierra. Lucrecio, que en su *De Rerum Natura* reprodujo las ideas de Empédocles, dice: "Con buena razón se da a la Tierra el nombre de madre, pues todas las cosas nacen de la tierra, formándose con el agua de la lluvia y los vapores del Sol". Virgilio asegura que las abejas nacen en Egipto del cuerpo muerto de los bueyes, y en la Edad Media se dan recetas para producir escorpiones, arañas, ratones... ¡Nadie dudaba de que la madera criaba los gusanos, y la tierra langostas, caracoles y mariposas!

Nadie, ni aun Leonardo de Vinci, ni Galileo, ni tantos otros ingenios que suponemos dotados de gran perspicacia, dudaron de error tan craso como era el asegurar que la tierra creaba la vida, que del fango salían los insectos y cuerpos vivos. El primero en *observar* que la vida sólo nace de la vida, y el ser vivo de otro ser vivo de su misma especie, fue Francesco Redi, quien en 1668 probó con experimentos que los gusanos no

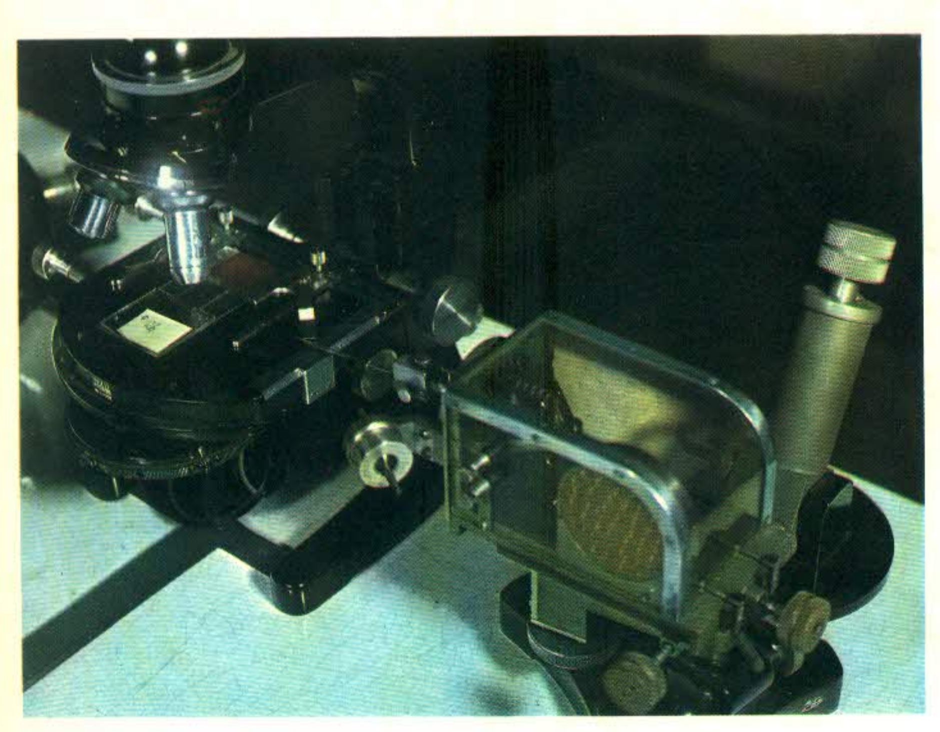
Interior de las cuevas del Drach, en la isla de Mallorca. La erosión producida por corrientes subterráneas origina bellos parajes como el de la foto.





aparecen en la carne muerta sino cuando ésta ha sido contaminada por contacto con otros animales vivos. Pese a que la divulgación de los experimentos llevados a cabo por Redi preparó a las mentes, siguieron creyendo muchas gentes en la generación espontánea de la vida hasta que los notables trabajos de Pasteur, realizados a mediados del siglo pasado, destruyeron tal error.

El microscopio es la puerta por la que los científicos penetran en la visión y el conocimiento de las formas más elementales de la vida.



Pasemos ahora al segundo punto capital, esto es: ¿cuándo empezó la vida en la tierra, esta vida que sólo se origina de otra vida? Así que empiezan a formarse los terrenos de aluvión, aparecen muy pronto ciertas capas calizas con grafito o carbono que no se conciben más que producidas por microscópicos animales o plantas en el fondo de grandes lagos. No tienen aún formas especiales, constituirían millones de cuerpos celulares, y no hay otra prueba de que fuesen organismos vivos sino estos residuos químicos que dejaron; pero el fenómeno de producir materiales calcáreos los seres vivos es tan universal, que unánimemente se aceptan estos peculiares sedimentos calizos como una prueba de la vida en la Tierra inmediatamente después del período geológico. Por tal motivo, al período inmediato al geológico se le llama arqueozoico, esto es, de la vida primitiva. En el siguiente, paleozoico, o de la antigua vida, los seres animados han dejado ya rastros de su forma y sus huellas o moldes, llamados fósiles, pero son todavía animales acuáticos, moluscos provistos de muchos pares de patas y tentáculos, extraños seres en los que parece inaudito que fuese a refugiarse el inmenso tesoro de vida que con el transcurrir de los siglos debía embellecer el mundo.

En los siguientes períodos, de que hablaremos en el próximo capítulo (mesozoico y cenozoico), triunfan primero los peces y reptiles, pero las aves y los mamíferos acaban por conquistar la Tierra. La vida ya existía en el planeta en el período paleozoico, y las formaciones calcáreas de que hemos hablado parecen asegurar también que ya había aparecido la materia organizada, según las condiciones de los seres vivos, en el período arqueozoico.

Llegamos, por fin, al tercer punto de discusión: ¿cómo envió Dios la vida a la Tierra? Parece extraño que los hombres se hayan propuesto resolver semejante problema, pero son tan ingeniosas sus divagaciones, que no podemos por menos de dar aquí un resumen de las modernas teorías acerca del origen de la vida.

Para unos la vida llegó a la Tierra en corpúsculos estelares, que flotaban con células vivas que llamaríamos *cosmozoos*. Las dificultades para admitir una hipótesis de materia cósmica animada no han asustado a lord Kelvin ni a Helmholtz: es verdad que los meteoritos no presentan señales de vida, pero éstos eran incandescentes al atravesar la atmósfera, mientras que los cosmozoos, por sus dimensiones microscópicas, no sufrirían tan gran resistencia ni se calentarían. Más bien hay que temer el frío absoluto que reina en los espacios interestelares, aunque

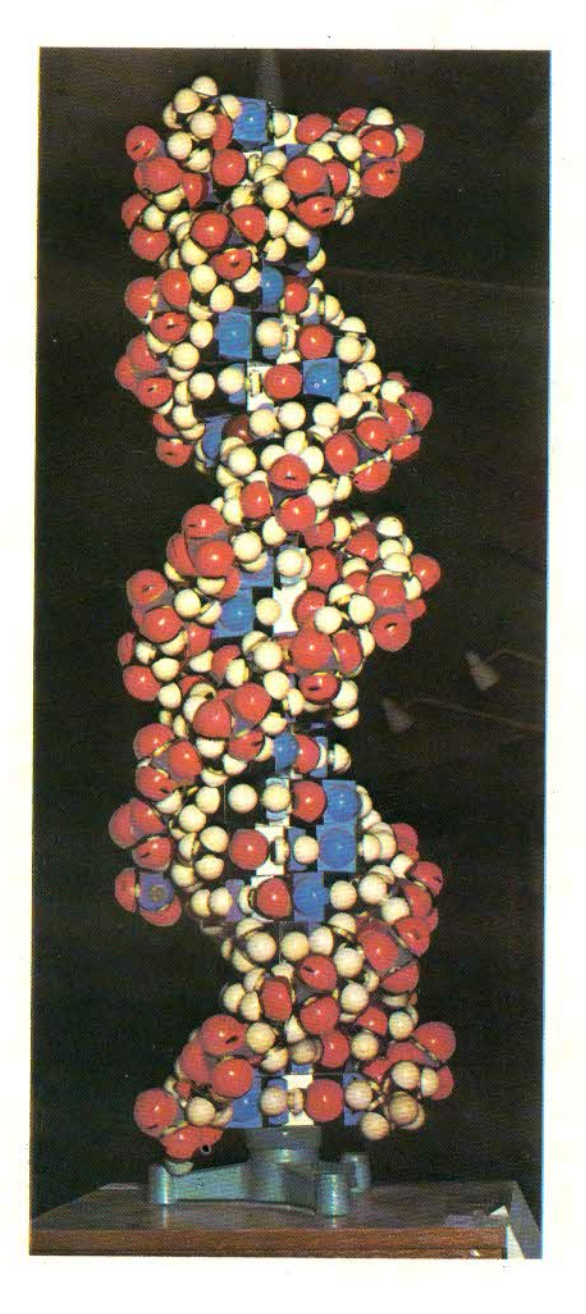


Microfotografía (200 aumentos) de algas cianófilas que se nutren únicamente de elementos minerales, como probablemente hicieron los primeros seres vivientes que habitaron la Tierra.

ciertas esporas parecen estar dotadas de la capacidad de resistir casi indefinidamente los efectos del frío.

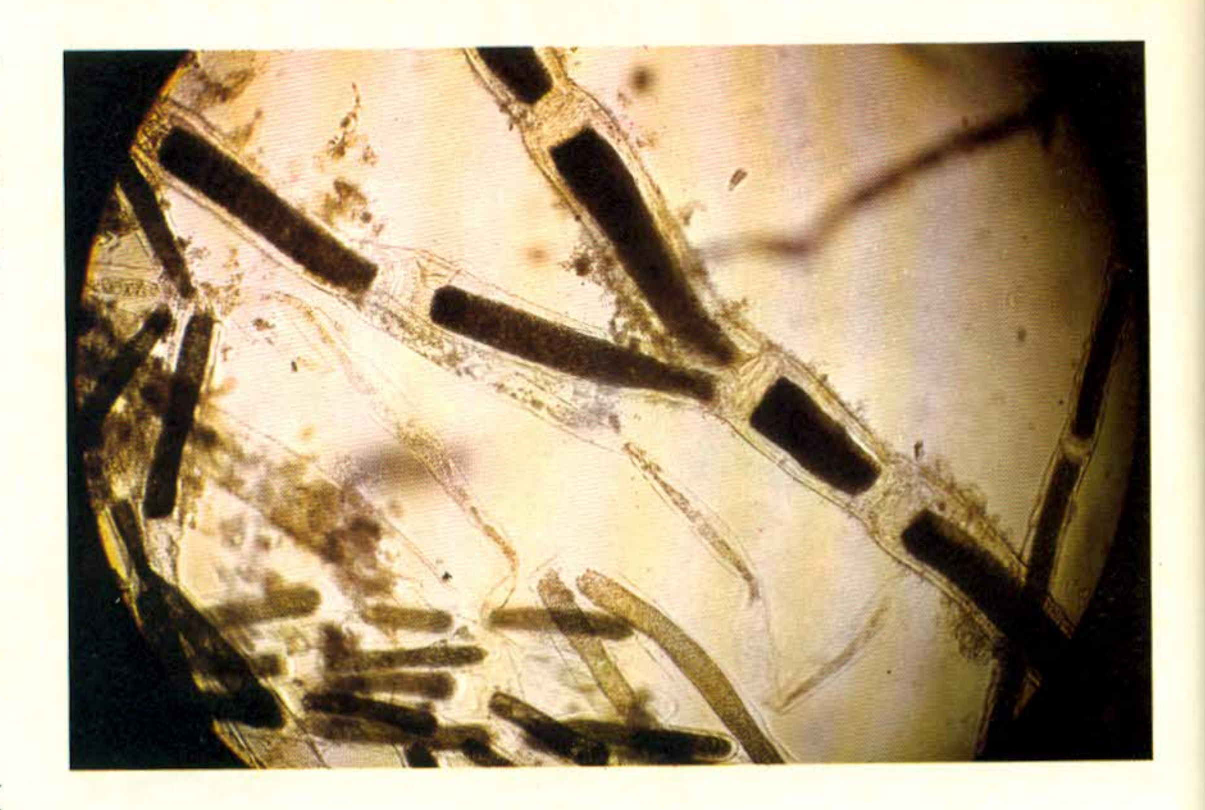
Otros imaginan que la vida pudo aparecer en las proteínas por la introducción de ciertos productos químicos llamados *cianógenos,* y como éstos sólo se producen con altas temperaturas y en los días primeros del mundo, el calor no era precisamente lo que faltaba; entonces fue, pues, cuando se incorporaron a las proteínas estos elementos cianógenos. Pero no se ha conseguido hasta ahora animar la materia inorgánica con productos cianógenos. Se creyó por un momento, hace años, que un parásito, una especie de hongo, de la planta de tabaco se reproducía sin antecedentes de fertilización o progenitores, sólo por las condiciones físicas a que se sometían las hojas del tabaco, completamente esterilizadas de antemano. Hoy no se cree que ello constituyese un fenómeno de generación espontánea y hay que esperar o procurarse otra explicación.

Por esto, sabios menos audaces, más filósofos, se resignan a creer que es la vida una ley universal de la materia, como la ley de la atracción y de la inercia. Apenas las condiciones atmosféricas hicieron la vida posible, ésta apareció sin hacerse esperar. Es la ley de la complejidad; la materia tiende a hacerse tan complicada como lo permiten las circunstancias; si por cualquier causa la vida se extinguiese en la Tierra, al restablecerse la normalidad climatológica la materia empezaría otro proceso de desarrollo por la ley de la complejidad y volveríamos al estado actual, con la vida otra vez en el mundo. Estas son las principales teorías: Dios



Estructura helicoidal de una molécula de ácido desoxirribonucleico. La importancia de este ácido en la composición de la materia viviente es un conocimiento relativamente reciente. Hace unos treinta años se descubrió que los virus, que son los seres vivientes más elementales, podían estar formados sólo por nucleoproteidos.

Cladophora, de la familia de las algas verdes o clorofílicas, vista a través de un microscopio de 100 aumentos. Aunque muy elementales, la organización de estos microorganismos es muy compleja y sus componentes químicos aparecen muy evolucionados.



La euglena es un ser unicelular limítrofe entre el reino vegetal y el animal.



como un sembrador, con los cosmozoos cayendo de los cielos; Dios como un químico, animando la proteína inerte con los productos cianógenos en la retorta fundida del globo primitivo; Dios como un mecánico, obligando a la materia a complicarse más y más según leyes preestablecidas... Pero ninguna de estas hipótesis excluye, sin embargo, la necesidad de la intervención de la mano providencial de un Creador.

Sea como quiera, la vida apareció ya en la Tierra en el tercer período de la Creación; al empezar fueron simples células que pronto fabricaron carbonatos de cal, como las esponjas y moluscos. Desde entonces el mundo ha ido creciendo en complejidad y belleza. "Es interesante –dice Darwin– contemplar un barranco cubierto de plantas, sobre las que vuelan pájaros de tantas clases, cantando cada uno su canción; lleno de insectos innumerables, de gusanos arrastrándose sobre la tierra húmeda, y todos ellos con formas tan complicadas, tan distintas..., y, sin embargo, unos dependiendo de otros de una manera tan compleja, pero en virtud de leyes admirables por su regularidad... Es grandioso el espectáculo de las fuerzas variadas de la vida, que Dios infundió en los seres creados, haciéndolos desarrollar en formas cada vez más bellas y admirables, mientras el planeta iba prosiguiendo su curso según las leyes fijas de la gravedad."

Así termina Darwin su libro tan discutido del *Origen de las Especies*. Hay en estas palabras una admiración casi religiosa; real-

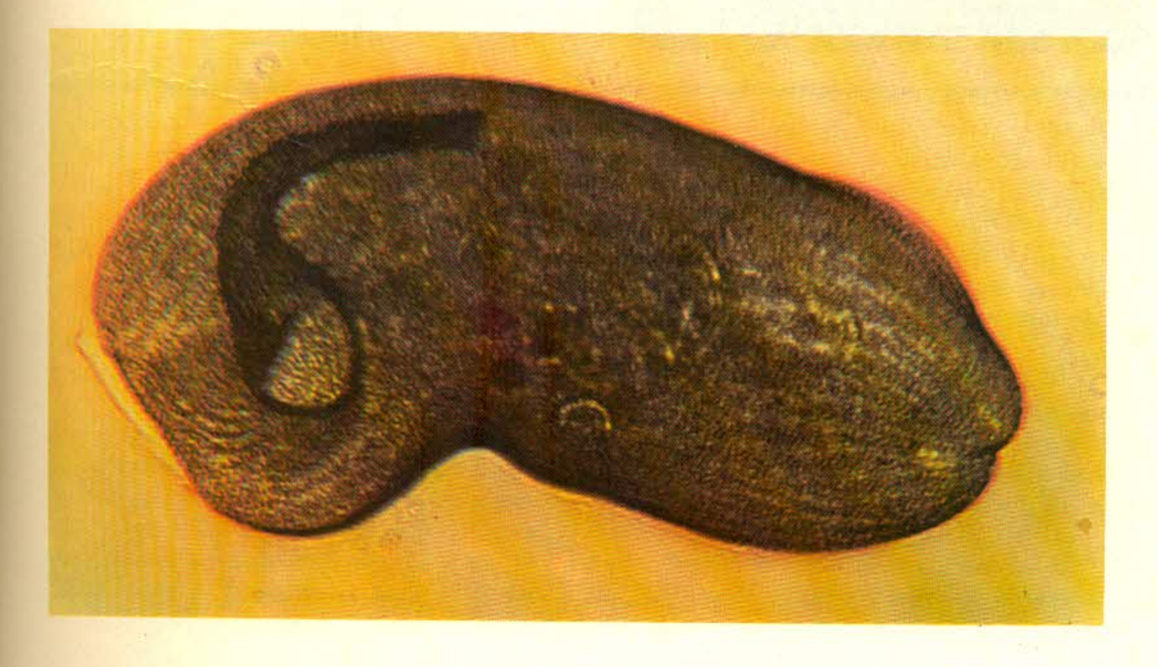
Moho del queso formado por infinidad de hongos microscópicos que han encontrado su ambiente ideal de vida en esta materia orgánica en descomposición.

mente parece que el autor podría repetir las palabras del Salmista: "A tu voz las montañas se levantaron y los valles se hundieron en el lugar que les habías señalado. – Tú les has marcado a las aguas un límite del que no pasarán; ellas no cubrirán más la Tierra. – Tú haces brotar fuentes en los collados y las aguas bajan por las vertientes de las montañas. – En tus aguas se abrevan las bestias de los campos; en ellas las fieras salvajes apagan la sed. – Las aves del cielo habitan junto a las márgenes del torrente y hacen resonar sus cantos entre el follaje...".

¡Cuadro magnífico! Lo mismo Darwin que el Salmista admiran la obra de Dios, como la admiran todos los hombres modernos sedientos de verdad. Sólo que el Salmista se limita a explicar la Creación diciendo:

"¡Tú envías tu soplo y son creados! ¡Tú renuevas la faz de la Tierra!".

El hombre moderno pide más, pregunta más. Ya hemos visto las respuestas siempre incompletas que por ahora ha conseguido; pero sin rendirse ni desmayar por ello prosigue incansablemente su penoso trabajo de investigación.



Microfotografía de un virus, organismo tan primitivo que ni siquiera tiene organización celular y necesita vivir en medios nutritivos vivos. Con todo, los primeros microorganismos dotados de vida serían, sin duda, mucho más elementales.

BIBLIOGRAFIA

Blum, H. F.	*Time's arrow and evolution,* Princeton, 1951.
Dubos, R. J.	*Louis Pasteur: freelance of science,* Brown, 1950.
Gamow, G.	*Un planeta llamado Tierra,* Barcelona, 1967.
Loeb, J.	*The mechanistic conception of life,* Chicago, 1912.
Oparin, A. I.	*El origen de la vida,* Buenos Aires, 1956.
Scientific American	*Física y química de la vida,* Madrid, 1967.
Schroedinger, E.	*What is life?,* Macmillan, 1945.



Cultivo de gérmenes cromógenos en tubos de ensayo. Como su nombre indica, estos gérmenes son capaces de producir materias colorantes. Aunque de tamaño microscópico, es evidente que su tipo de vida ha de ser muy complicado.